

HEAT-EXCHANGING DEVICE

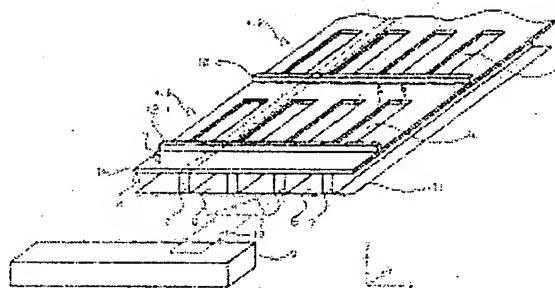
Patent number: DE10233736
Publication date: 2004-04-15
Inventor: HOFMANN WILFRIED (DE)
Applicant: NFT NANOFILTERTECHNIK GMBH (DE)
Classification:
- international: F28F3/02; F28F13/12; H01L23/34; G06F1/20
- european: F28F3/02; H05K7/20B2C3B
Application number: DE20021033736 20020724
Priority number(s): DE20021033736 20020724

Also published as: WO2004011867 (A1)

Abstract not available for DE10233736

Abstract of corresponding document: **WO2004011867**

The invention relates to a heat-exchanging device comprising a substrate (1) having a plurality of regularly arranged channels (4) extending through the substrate (1), and webs (12) protruding from the upper side (3) of the substrate (1), the maximum height (RH) of said webs corresponding to half of the length (DL) of the channels (4) in the direction of flow (10). A device (9) for producing an oriented liquid flow, preferably an air flow, ensures that both sides (2, 3) of the substrate (1) are tangentially crossed by the flow. The webs (12), used as flow obstacles for producing turbulence zones (TL), are oriented perpendicularly to the direction of flow (10).

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide**BEST AVAILABLE COPY**

THIS PAGE BLANK (USPTO)



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt



(10) DE 102 33 736 B3 2004.04.15

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: 102 33 736.5

(22) Anmeldetag: 24.07.2002

(43) Offenlegungstag: –

(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 15.04.2004

(51) Int Cl.⁷: F28F 3/02

F28F 13/12, H01L 23/34, G06F 1/20

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden.

(71) Patentinhaber:

N F T Nanofiltertechnik GmbH, 80802 München,
DE

(74) Vertreter:

von Bülow, T.,
Dipl.-Ing.Dipl.-Wirtsch.-Ing.Dr.rer.pol., Pat.-Anw.,
81545 München

(72) Erfinder:

Hofmann, Wilfried, Dr. Dipl.-Phys., 80802
München, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 198 13 119 A1

DE 100 41 829 A1

DE 39 29 004 A1

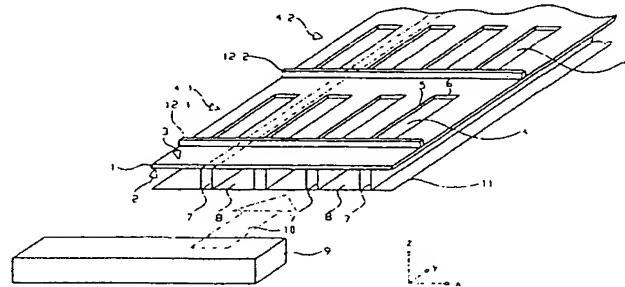
DE 38 22 890 A1

DE 92 14 061 U1

EP 03 08 576 A2

(54) Bezeichnung: Wärmetauschervorrichtung

(57) Zusammenfassung: Die Wärmetauschervorrichtung hat ein Substrat (1) mit einer Vielzahl von regelmäßig angeordneten, sich durch das Substrat (1) hindurchstreckenden Kanälen (4) sowie von einer Oberseite (3) des Substrates (1) abstehende Stege (12), deren Höhe (RH) maximal der Hälfte der Länge (DL) der Kanäle (4) in Anströmrichtung (10) entspricht. Eine Einrichtung (9) zur Erzeugung eines gerichteten Fluidstromes, vorzugsweise von Luft, sorgt dafür, daß beide Seiten (2, 3) des Substrates (1) tangential angeströmt werden. Die als Strömungshindernisse zur Erzeugung von Verwirbelungszonen (TL) dienenden Stege (12) sind quer zur Anströmrichtung (10) ausgerichtet.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Wärmetauschervorrichtung gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

Stand der Technik

[0002] Eine derartige Wärmetauschervorrichtung ist aus der DE 39 29 004 A1 bekannt. Diese Schrift zeigt einen Wärmetauscher mit Doppelplatten, die an inneren und/oder äußereren Flächen Profilierungen aufweisen, die als quer zur Anströmrichtung liegende Sicken oder Stege ausgebildet sind. Diese Stege liegen in Anströmrichtung hintereinander und ihre Höhe ist kleiner als der Abstand von benachbarten Stegen. Die Stege sollen dabei Turbulenzen des strömenden Mediums und damit einen verbesserten Wärmeübergang bewirken.

[0003] Die DE 38 22 890 A1 zeigt eine Kühlanordnung mit einem Gebläse und einer Vielzahl von parallel zueinander angeordneten Kühlelementen, die jeweils langgestreckte Kühlstege und dazwischenliegende Spaltöffnungen aufweisen, wobei die Kühlstege von jeweils zwei benachbarten Kühlelementen gegeneinander versetzt sind, so daß in Anströmrichtung die Kühlstege eines Kühlelementes die Spaltöffnung des benachbarten Kühlelementes überdecken.

[0004] Die DE 198 13 119 A1 zeigt einen Turbulenzwärmerückgewinner mit Profilplatten, deren Profile in der Plattenebene alternierend entgegengerichtet um den gleichen Winkel gegen die Längsrichtung des Druckgradienten schräg gestellt sind. Hierdurch soll eine turbulente Strömung erzeugt werden, die die Wärmetauscherleistung verbessert.

[0005] Solche Wärmetauschervorrichtungen werden beispielsweise zur Kühlung von elektronischen Komponenten, wie Mikroprozessoren oder Chips, verwendet. Generell unterscheidet man aktive und passive Kühleinrichtungen. Bei aktiven Kühleinrichtungen werden Aggregate, wie z.B. Gebläse oder Ventilatoren, genutzt, um den Abtransport von Wärme mit Hilfe eines Fluidstromes zu unterstützen oder überhaupt erst zu ermöglichen. Der dabei erzeugte Fluidstrom strömt über einen Kühlkörper, der mit einer Wärmequelle gekoppelt ist und von dieser Abwärme aufnimmt. Bekannte Kühlkörper haben beispielsweise eine Rippen- oder Säulenstruktur und sind teilweise an der Oberfläche aufgerauht. Das den Kühlkörper um- bzw. durchströmende Fluid nimmt dabei die Wärme auf. Meistens wird als Fluid bei der Kühlung von Prozessoren Luft genutzt. Da Luft ein sehr schlechter Wärmeleiter ist, müssen die Kühlkörper verhältnismäßig groß ausgelegt werden, um über eine im Verhältnis zur Wärmeeinleitungsfläche große Wärmeabgabefläche zu haben. Zu diesem Zwecke ist in der deutschen Patentanmeldung DE 100 41 829 A1 vorgeschlagen, daß die Wärmeabgabefläche wesentlich größer als die Wärmeeinleitungsfläche ist, was durch eine vorgegebene Strukturierung in Form

von Kanälen und in Form von Furchen, die in Strömungsverbindung mit den Kanälen stehen, erreicht wird.

[0006] Kühlvorrichtungen mit einem Substrat, durch welche sich Kanäle hindurchstrecken, sind auch aus der DE 196 19 060 A1 und der EP 0 308 576 A2 bekannt. Die Kanäle können dabei rechteckig oder kreisförmig sein.

[0007] Die DE 92 14 061 U1 beschreibt einen Kühlkörper, dessen Wärmeeinleitungsfläche zur Oberflächenvergrößerung Rippen und Furchen aufweist.

[0008] Ein Problem bei aktiven Wärmetauschervorrichtungen ist neben den großen Abmessungen der Energiebedarf für die Einrichtung zur Erzeugung des Fluidstromes. Für einen effektiven Wärmeübergang ergibt sich daraus ein verhältnismäßig hoher Leistungsverbrauch und meist auch Platzbedarf für die entsprechende Einrichtung, wie z.B. ein Gebläse. Hinzukommt, daß eine gute Wärmeübertragung von der Wärmeabgabefläche an das Fluid dann erfolgt, wenn die Wärmeabgabefläche gegenüber dem Fluidstrom einen relativ hohen Strömungswiderstand hat. Dies aber bedingt wiederum ein stärkeres Gebläse.

Aufgabenstellung

[0009] Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine Wärmetauschervorrichtung zu schaffen, die bei geringem Strömungswiderstand eine hohe Wärmetauschleistung bringt. Dabei soll die Wärmetauschervorrichtung einen geringen Platzbedarf haben und auch bei Verwendung von Luft als Fluid eine gute Wärmeübertragung ermöglichen.

[0010] Diese Aufgabe wird durch die im Patentanspruch 1 angegebenen Merkmale gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

[0011] Das Grundprinzip der Erfindung besteht darin, daß von der Oberseite des Substrates abstehende Stege mit geringer Höhe vorgesehen sind, die quer zur Anströmungsrichtung des Fluides liegen, und daß im Substrat durchgehende Kanäle vorhanden sind.

[0012] Die Wärmeübertragung zwischen dem Fluid und dem Substrat erfolgt nur in einer dünnen Grenzschicht unmittelbar an der Oberfläche des Substrates. Zur Erhöhung der Wärmeübertragung wird das Fluid so geleitet, daß durch geometrische Merkmale des Substrates lokalisierte Turbulenzen erzeugt werden, die den Wärmeübergang zwischen Fluid und Substrat erhöhen, ohne den Strömungswiderstand wesentlich zu erhöhen. Zur Erzeugung dieser Turbulenzen sind die regelmäßig angeordneten Stege, die als Mikrohindernisse wirken, vorgesehen und regelmäßig angeordneten Kanäle, die sich durch das Substrat hindurchstrecken. Das Substrat ist im wesentlichen eine dünne Platte, die in geringem Abstand oberhalb der zu kühlenden heißen bzw. zu erwärmenden kalten Oberfläche eines Objektes angebracht wird. An den regelmäßig angeordneten Mikro-

Ausführungsbeispiel

hindernissen bilden sich Turbulenzen aus, die auf der Anströmseite der Mikrohindernisse vor allem im Bereich der Kanäle durch den Aufprall auf die Mikrohindernisse erzeugt werden. Darüber hinaus tritt eine Art inverser Kamineffekt auf, d.h. ein Teil des anströmenden Fluids gelangt von oberhalb der Platte durch den Kanal hindurch in die Nähe oder direkt auf die heiße bzw. kalte Oberfläche des Objektes, wo ebenfalls eine weitere effektive Kopplung von Wärme mit dem Fluid erfolgt.

[0013] Das Substrat muß in Strömungsrichtung nur wenige Kanäle und Stege (Mikrohindernisse) aufweisen. Vorzugsweise genügen drei in Strömungsrichtung hintereinanderliegende Kanäle und Stege, da Untersuchungen zeigten, daß der Wärmeübertrag im Bereich des zweiten und dritten Kanals in Strömungsrichtung maximal ist. In diesem Bereich nimmt das Fluid die meiste Wärme auf, was durch Expansion des Fluides auch dazu führt, daß es eine Beschleunigung erfährt, die den Abtransport des erwärmten Fluides unterstützt.

[0014] Das Substrat kann an der zu kühlenden heißen bzw. zu erwärmenden kalten Oberfläche des Objektes durch Abstandhalter angebracht werden, beispielsweise durch Schweißen, Kleben, Löten o.ä. Die Abstandhalter sind vorzugsweise ebenfalls Stege, die sich in Anströmrichtung längs des gesamten Substrates erstrecken, so daß sich zwischen dem Objekt und der Unterseite des Substrates ebenfalls Kanäle für das Fluid ergeben.

[0015] Vorzugsweise ist die Verbindung zwischen dem Substrat und der zu kühlenden bzw. zu erwärmenden Oberfläche aus wärmeleitendem Material. Das Substrat kann entweder aus wärmeleitendem Material, wie Aluminium, Kupfer o.ä., sein. Es kann aber auch aus anderem Material, wie z.B. Silizium, sein, das lediglich mit einer wärmeleitenden Schicht überzogen ist. Das Grundmaterial des Substrates braucht daher nicht selbst wärmeleitend zu sein.

[0016] Das Substrat mit den Stegen und ggf. den Kanälen kann durch herkömmliche Bearbeitungsverfahren, wie Fräsen oder Stanzen, beispielsweise bei Aluminiumplatten, hergestellt sein oder auch durch Ätz- oder Oberflächenbeschichtungsverfahren, wie im Falle von Silizium.

[0017] Bei einer Weiterbildung der Erfindung können am Anströmende und/oder am Abströmende des Substrates Leitbleche vorgesehen sein, um die Einströmung des Fluids in den Kanal zwischen dem Substrat und der zu kühlenden bzw. zu erwärmenden Oberfläche des Objektes zu unterstützen.

[0018] Nach einer Weiterbildung der Erfindung ist oberhalb des Substrates für die Ausbildung eines nach oben ebenfalls geschlossenen Kanals eine dünne Platte angeordnet, die vorzugsweise an der dem Substrat zugewandten Seite aufgerauht ist oder ebenfalls Stege hat entsprechend den Stegen des Substrates. Diese als obere Abdeckung wirkende Platte verbessert die Abströmung des Fluids insbesondere im letzten Abschnitt vor dem Auströmende.

[0019] Im folgenden wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispieles im Zusammenhang mit der Zeichnung ausführlicher erläutert. Es zeigt:

[0020] Fig. 1 eine perspektivische Teilansicht einer Wärmetauschervorrichtung nach der Erfindung;

[0021] Fig. 2 eine Draufsicht auf die Wärmetauschervorrichtung;

[0022] Fig. 3 einen Querschnitt der Wärmetauschervorrichtung längs der Linie A-A der Fig. 2;

[0023] Fig. 4 ein Diagramm der Temperaturverteilung an der Wärmetauschervorrichtung; und

[0024] Fig. 5 ein Diagramm der Strömung des Fluides entlang der Wärmetauschervorrichtung.

[0025] Zunächst sei auf Fig. 1 Bezug genommen. Ein Substrat 1 mit einer Unterseite 2 und einer Oberseite 3 hat eine Vielzahl von regelmäßig angeordneten, sich durch das Substrat 1 hindurcherstreckenden Kanälen 4, die hier rechteckig ausgebildet sind. Die Kanäle haben eine Längskante 5 und eine Querkante 6. Das Substrat 1 ist durch Abstandhalter 7 gegenüber der Oberfläche eines Objektes 11, mit dem Wärme ausgetauscht werden soll, gehalten, wobei sich die Abstandhalter 7 über die gesamte Länge des Substrates erstrecken. Es sind mehrere, parallel zueinander verlaufende Abstandhalter 7 vorgesehen, die jeweils so angeordnet sind, daß sie zwischen den Kanälen 4 liegen. Hierdurch werden zwischen dem Substrat 1, dem Objekt 11 und den Abstandhaltern 7 weitere Kanäle 8 gebildet, die längs des Substrates 1 verlaufen. Eine Einrichtung 9, die beispielsweise ein Gebläse sein kann, erzeugt einen gerichteten Fluidstrom, der in Richtung des Pfeiles 10, im folgenden Anströmrichtung 10 genannt, sowohl durch die Kanäle 8 strömt und damit längs der Unterseite 2 als auch längs der Oberfläche 3 des Substrates 1 und dabei teilweise auch durch die Kanäle 4 hindurch, und zwar teilweise in beiden Richtungen, d.h. von oben nach unten und an anderer Stelle von unten nach oben.

[0026] In Anströmrichtung 10 vor den Kanälen 4 sind quer zur Anströmrichtung 10 verlaufende Stege 12.1, 12.2 vorgesehen, die, wie am besten aus Fig. 5 zu erkennen ist, Turbulenzen erzeugen, die für den verbesserten Wärmeübertrag sorgen. Andererseits sind die Stege 12.1, 12.2 so niedrig, daß sie den Strömungswiderstand nur geringfügig erhöhen und deshalb auch als "Mikrohindernisse" bezeichnet werden.

[0027] Aus der Draufsicht der Fig. 2 ist zu erkennen, daß das Substrat 1 drei in Strömungsrichtung 10 hintereinanderliegende Reihen 4.1, 4.2 und 4.3 von Kanälen 4 aufweist sowie drei in Anströmrichtung 10 hintereinanderliegende Stege 12.1, 12.2 und 12.3, die jeweils in Anströmrichtung 10 vor den Reihen von Kanälen liegen. Zwischen den Kanälen 4 sind in Anströmrichtung 10 die Abstandhalter 7 angeordnet, die sich über die gesamte Länge des Substrates erstrecken.

[0028] Aus der Schnittansicht der Fig. 3 ist zu erkennen, daß oberhalb des Substrates 1, also gegen-

überliegend zu dessen Oberseite 8, eine Abdeckplatte 13 angeordnet sein kann, die in einem Abstand AP gegenüber der Oberseite 3 gehalten ist. Die der Oberseite 3 des Substrates 1 zugewandte Seite der Abdeckplatte 13 hat ebenfalls Stege 14, die für die Erzeugung von Turbulenzen wirksam sind. Statt der Stege oder zusätzlich hierzu kann auch die Fläche der Abdeckplatte 13, die dem Substrat 1 gegenüberliegt, aufgerautet sein. Der Abstand AP ist mindestens doppelt so groß wie die Höhe RH der Stege 12.

[0029] In einem konkreten Ausführungsbeispiel hat das Substrat in Anströmrichtung 10 eine Länge L von 16,5 mm und quer zur Anströmrichtung 10 eine Breite B (vgl. Fig. 2) von 58 mm. Die Kanäle 4 haben in Anströmrichtung eine Länge DL von 4 mm und quer dazu eine Breite von 2 mm. Die in Anströmrichtung 10 gemessene Länge SL der Stege 12 beträgt 0,3 mm; die Dicke D des Substrates beträgt 1 mm. Der Abstand KH, d.h. die Höhe der Kanäle 8 zwischen dem Substrat 1 und dem zu kühlenden Objekt 11 beträgt 2 mm. Die Höhe der Stege 12 beträgt im konkreten Ausführungsbeispiel 0,3 mm und darf maximal die Hälfte der Länge DL der Kanäle 4 sein. Bei dieser Konfiguration wurde bei einer Anströmgeschwindigkeit von ca. 5 m/s und einer Temperatur des zu kühlenden Gegenstandes von ca. 340°K eine Kühlleistung von ca. 20 W erzielt.

[0030] Mit einer solchen Wärmetauschervorrichtung kann außerdem eine Flächenvergrößerung für den verbesserten Wärmeübertrag gegenüber einer ebenen Fläche mit einem Faktor von mindestens 2 erreicht werden, da auch die Innenwandungen der Kanäle 4 und die Außenflächen der Stege 12 als Fläche für einen Wärmeübertrag wirksam sind.

[0031] Aus den Fig. 2 und 3 ist noch zu erkennen, daß in Anströmrichtung vor dem Substrat 1 ein Leitblech 15 angeordnet sein kann, das hier gewellt ist und somit für eine definierte Verteilung des Fluidstromes längs der Ober- und der Unterseite des Substrates sorgt.

[0032] Fig. 4 zeigt die Temperaturverteilung an dem Substrat im Bereich der Kanäle 4 und der Stege 12 anhand von Isothermen t1-t9, wobei in Anströmrichtung 10 am dritten Kanal (rechts in Fig. 4) kein Steg vorhanden ist, um die Wirkung der Stege zu verdeutlichen. Die Temperaturdifferenz zwischen benachbarten Isothermen t1-t9 liegt bei ca. 4°K, wobei die höchste Temperatur t1 bei ca. 342°K und die niedrigste Temperatur t9 bei ca. 308°K liegt. In den Bereichen, in denen die Isothermen sehr eng beieinander liegen, also der größte Temperaturgradient auftritt, ist der größte Wärmeübertrag vorhanden. Aus Fig. 4 ergibt sich deutlich, daß dieser gerade im Bereich der Stege auftritt sowie jeweils an der Kante des Substrates an der stromaufwärtigen Seite der Kanäle 4. An diesen beiden Stellen sowie an der Unterseite des Substrates tritt eine Verwirbelung der Strömung auf, was den besten Wärmeübertrag bringt. Auch ist erkennbar, daß der Wärmeübertrag im Bereich der ersten beiden Kanäle in Anströmrichtung am besten ist

und dann in Anströmrichtung 10 abnimmt, da das Fluid beim Passieren des Substrates erwärmt wird und damit eine schlechtere Kühlleistung bringt.

[0033] Fig. 5 zeigt den Strömungsverlauf des Fluides längs des Substrates. Es ist zu erkennen, daß in Anströmrichtung hinter den Stegen auch eine abwärts gerichtete Strömungskomponente vorhanden ist. Weiter ist zu erkennen, daß aufgrund der Expansion von erwärmer Luft eine Beschleunigung der Strömung auftritt.

[0034] Abschließend sei darauf hingewiesen, daß das Substrat mit den Kanälen und den Stegen allgemein als Wärmetauscher eingesetzt werden kann, also auch z.B. zum Erwärmen eines Objektes durch Anströmung mit einem heißen Medium oder zum gezielten Erwärmen eines Mediums (Fluid), z.B. eines Prozeßgases.

[0035] Weiter sei erwähnt, daß der Fluidstrom auch dadurch erzeugt werden kann, daß das Substrat und das zu kühlende oder zu erwärmende Objekt, an dem das Substrat angebracht ist, gegenüber einem Medium bewegt wird. Beispielsweise kann das Substrat an einem Fahrzeug, wie z.B. einem Auto oder einem Schiff, befestigt sein, bei dessen Fahrt der Fluidstrom entsteht.

[0036] Für die Dimensionierung der Kanäle und der Stege sowie der Abstandhalter lassen sich noch folgende allgemeine Regeln aufstellen:

Die Länge der Turbulenzzone TL (Fig. 3) in Anströmrichtung 10 nach den Stegen 12 hängt primär von der Höhe RH der Stege 12 ab. Die Länge DL der Kanäle in Anströmrichtung sollte daher mindestens doppelt so groß sein wie die Höhe RH der Stege. Weiter soll die Höhe KH der Abstandhalter 7, d.h. der Abstand zwischen dem Substrat 1 und dem zu kühlenden Objekt 11 größer oder maximal gleich der Höhe SL der Stege sein. Auch soll die Höhe der Stege kleiner sein als der Abstand von in Anströmrichtung (10) benachbarten Stegen.

Patentansprüche

1. Wärmetauschervorrichtung mit einem als dünne Platte ausgebildeten Substrat, das eine Unterseite und eine Oberseite aufweist,
mit einer Einrichtung (9) zur Erzeugung eines gerichteten Fluidstromes mit einer Anströmrichtung (10), die tangential zur Unterseite (2) und zur Oberseite (3) des Substrates (1) liegt,
mit von der Oberseite (3) des Substrates (1) abstehenden, in Anströmrichtung (10) hintereinander liegenden Stegen (12), deren Höhe kleiner ist als der Abstand (PL) von in Anströmrichtung (10) benachbarten Stegen,
wobei die Stege (12) quer zur Anströmrichtung (10) angeordnet sind,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Substrat (1) eine Vielzahl von regelmäßig und jeweils zwischen den Stegen angeordneten, sich durch das Substrat (1) hindurcherstreckenden Kanä-

len (4) aufweist.

2. Wärmetauschervorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Stege (12) sich durchgehend über die Breite (B) des Substrates (1) erstrecken.

3. Wärmetauschervorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Stege (12) in Anströmrichtung (10) unmittelbar vor den Kanälen (4) angeordnet sind.

4. Wärmetauschervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Kanäle (4) rechteckige Form haben, wobei ihre längere Seite (5) parallel zur Anströmrichtung (10) ausgerichtet ist.

5. Wärmetauschervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Substrat (1) durch Abstandhalter (7) an einem Objekt (11) angebracht ist und daß die Höhe (KH) der Abstandhalter größer ist als die Höhe (RH) der Stege (12).

6. Wärmetauschervorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Höhe (KH) der Abstandhalter (7) kleiner ist als die Länge (DL) der Kanäle (4) in Anströmrichtung (10) und vorzugsweise kleiner als 5 mm.

7. Wärmetauschervorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Abstandhalter (7) vorgesehen sind, die jeweils zwischen den Kanälen (4) von der Unterseite (2) des Substrates (1) abstehen und sich zur Bildung von Längskanälen (8) über die gesamte Länge des Substrates (1) erstrecken.

8. Wärmetauschervorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Abstandhalter (7) aus wärmeleitendem Material bestehen.

9. Wärmetauschervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Substrat (1) aus wärmeleitendem Material, insbesondere aus Metall besteht oder aus beliebigem Material, das mit wärmeleitendem Material beschichtet ist.

10. Wärmetauschervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß an der Anströmseite des Substrates (1) ein Leitblech (15) angeordnet ist.

11. Wärmetauschervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß im Abstand zur Oberseite (3) des Substrates (1) eine Abdeckplatte (13) angeordnet ist, wobei der Abstand (AP) der Abdeckplatte (13) zur Oberseite (3) des

Substrates (1) mindestens das Doppelte der Höhe (RH) der Stege (12) ist.

12. Wärmetauschervorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die der Oberseite (3) des Substrates (1) zugewandte Seite der Abdeckplatte (13) Strömungshindernisse und insbesondere Stege (14) aufweist, die den Stegen (12) auf der Oberseite des Substrates (1) entsprechen.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

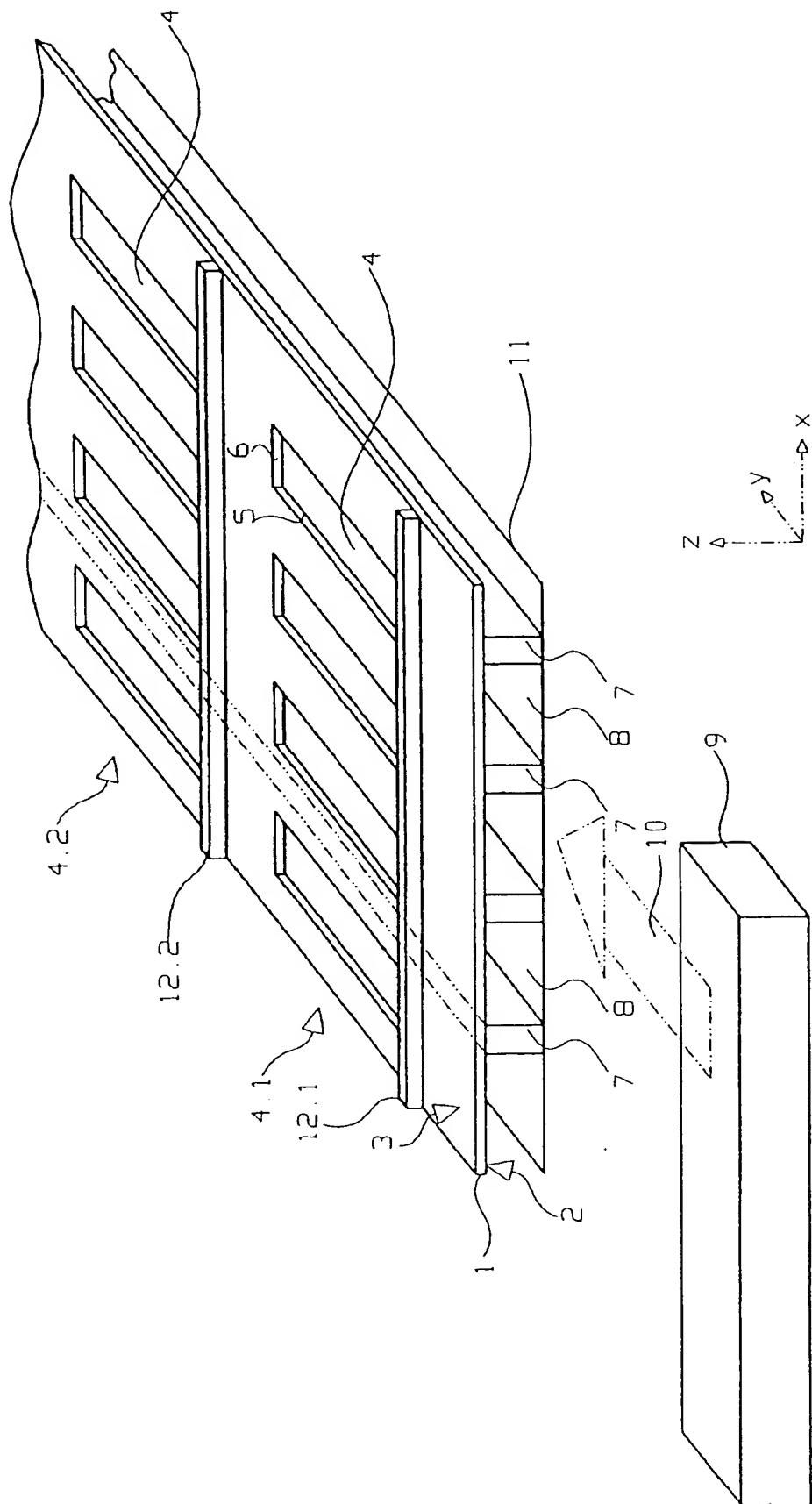
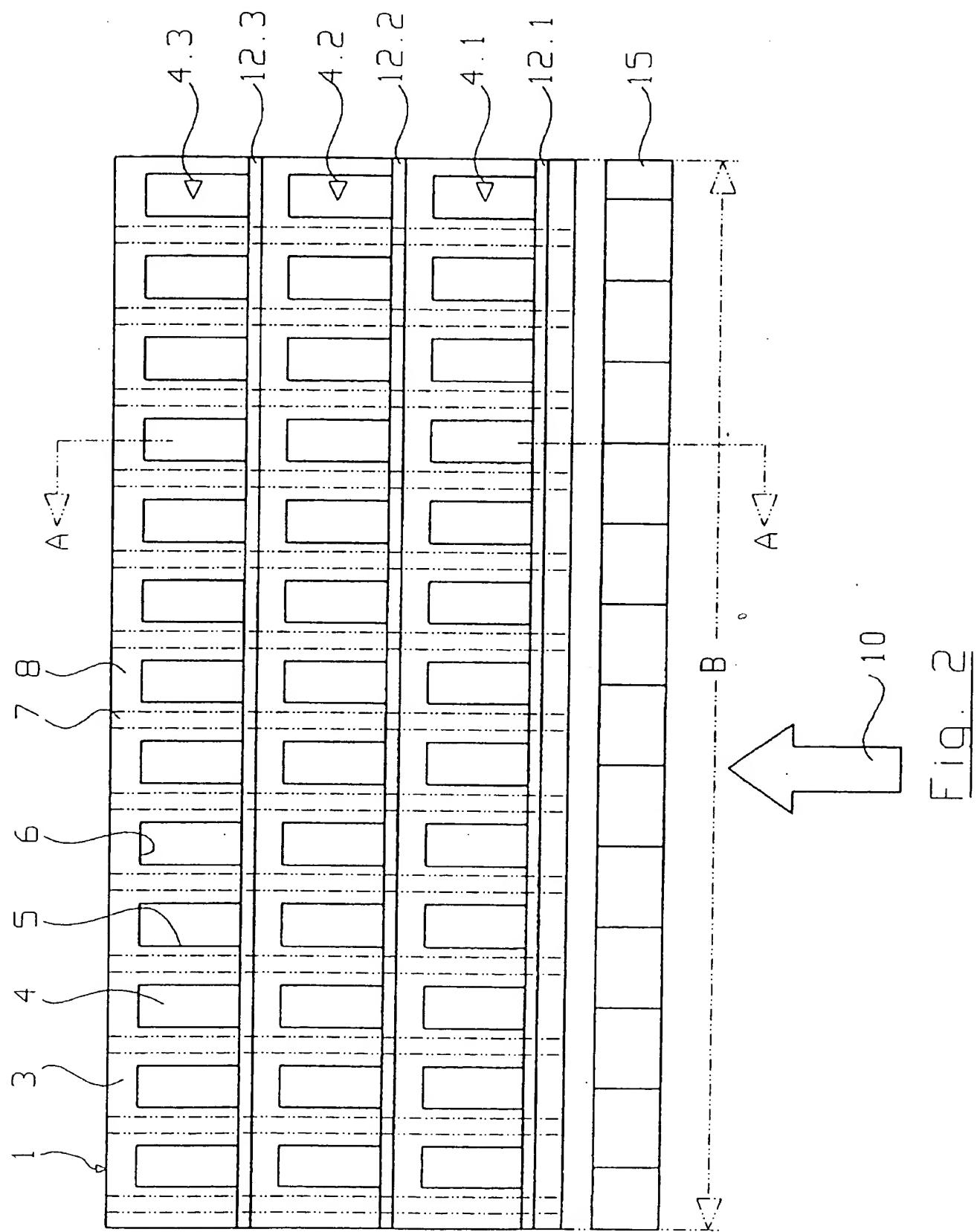


Fig. 1



BEST AVAILABLE COPY

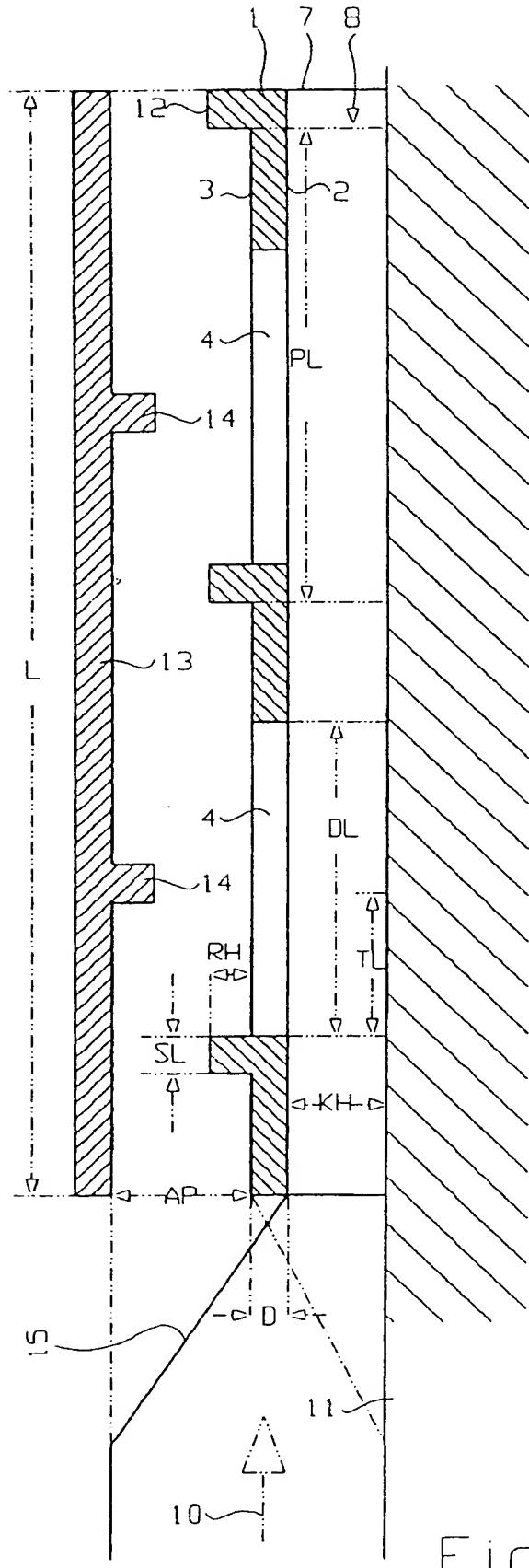


Fig. 3

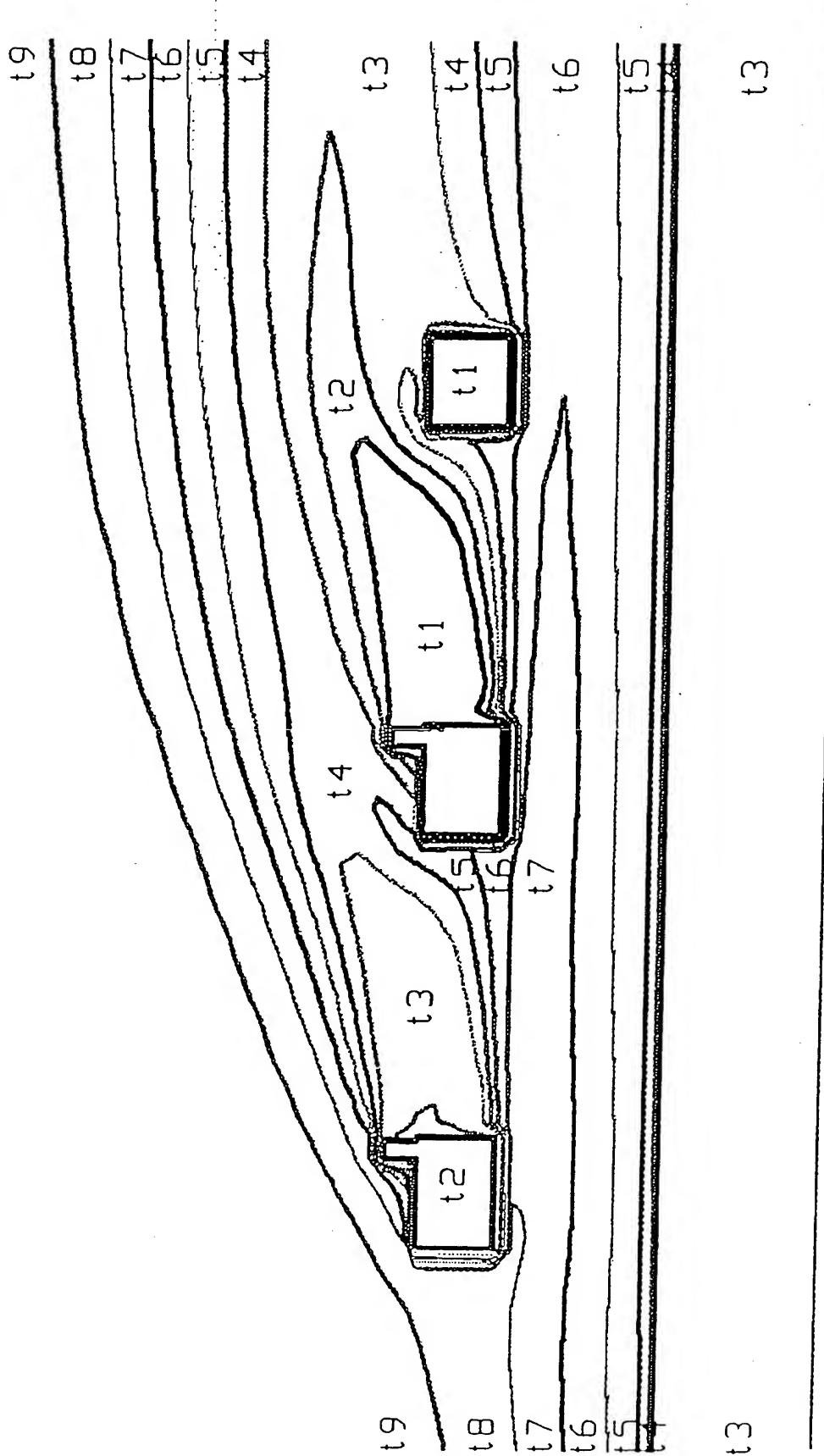


Fig. 4

BEST AVAILABLE COPY

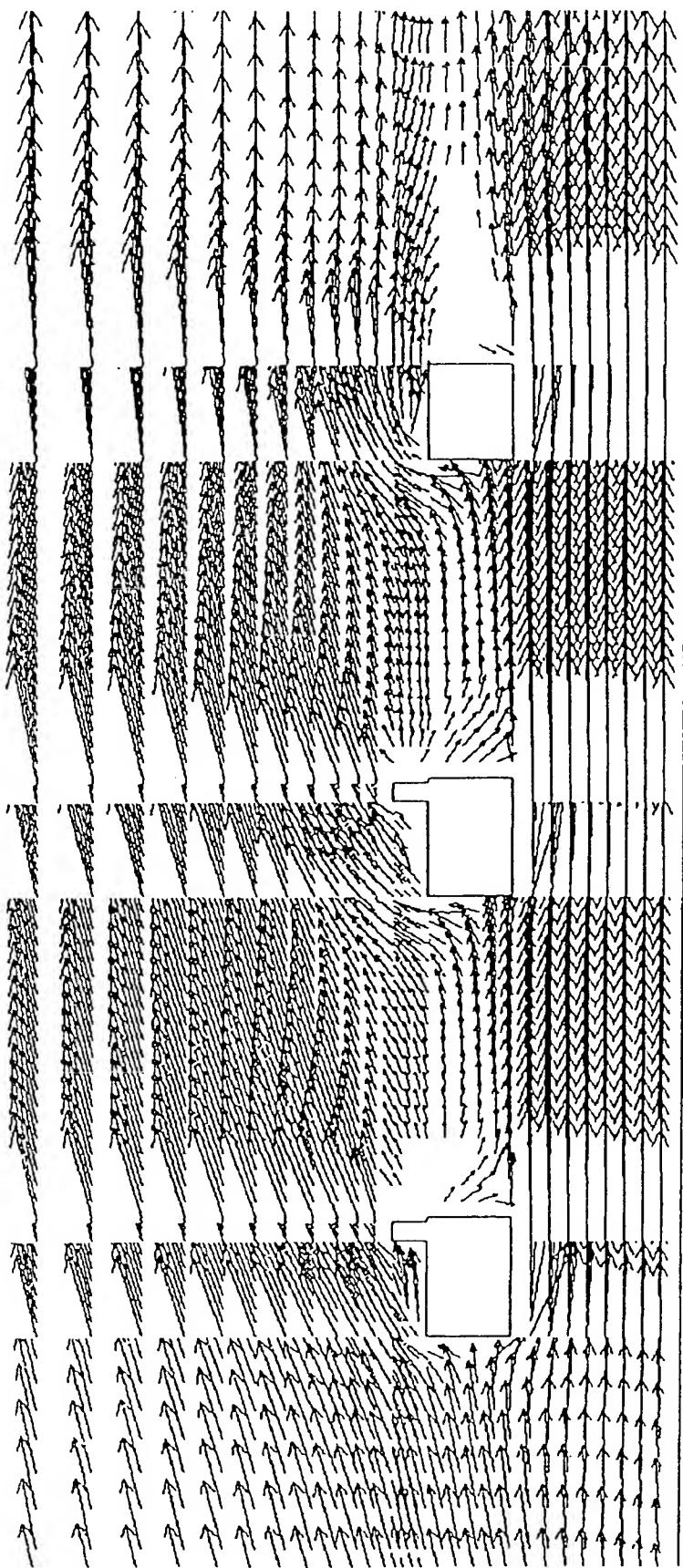


Fig. 5